

综合物化探方法在小井铅多金属矿勘查中的应用

赵彦博¹ 杨小锋² 陈碧华¹

1. 内蒙古国土资源勘查开发院 呼和浩特 010020

2. 内蒙古自治区第七地质矿产勘查开发院 呼和浩特 010020

摘要:小井铅多金属矿区地表植被发育,地质找矿标志不明显,地表槽探工作开展难度较大,效果不明显,综合物化探方法找矿效果显著,通过总结矿区的地球物理、地球化学标志,对相同地质条件的其他地段寻找该类型矿床,具有重要意义。

关键词:地球物理;地球化学;综合利用;找矿标志;铅多金属矿

DOI:10.16631/j.cnki.cn15-1331/p.2018.05.160

1996年内蒙古第二物化探队在多伦县黑山咀地区开展了1:5万水系沉积物测量,圈出Ag、Pb、Zn、Mo等多金属异常多处。2015年内蒙古国土资源勘查开发院对1:5万水系沉积物测量发现的化探异常进行了地质勘查工作。主要投入了1:1万地质填图、1:1万激电中梯测量、1:1万土壤地球化学测量和1:5千地质、土壤、激电综合剖面测量工作。在此基础上对物化探异常进行了钻探工程验证,发现了小井铅多金属矿。

根据目前钻孔控制,估算矿床Cu金属量105.23吨、Pb金属量5839.22吨、Zn金属量2329.42吨、Ag金属量4376.81kg。笔者就该矿床的地球物理、地球化学找矿标志进行总结,为本区域铅多金属矿找矿靶区的优选及物化探方法技术的运用提供依据。

1. 矿床地质简况

矿区内地层出露不全,主要为古生代和中生代正常沉积碎屑—火山碎屑沉积地层。古生代地层单位划分为内蒙古草原(赤峰—哈尔滨)地层区,乌兰浩特—哈尔滨地层分区,中生代地层单位划分为太平洋地层区,大兴安岭—燕山地层分区,乌兰浩特—赤峰地层小区。

矿区内出露地层主要为侏罗系上统满克头鄂博组和第四系全新统。满克头鄂博组岩性为灰白色屑晶屑凝灰岩,屑晶屑凝灰结构、碎屑熔岩结构、斑杂状构造、块状构造。

矿物成份:晶屑由长石、石英组成,粒径1mm~3mm,晶形一般呈次棱角状,圆状及长圆柱状,含量5%~10%;岩屑由早期结晶的火山岩及火山灰物质组成,含量各地不均,一般为1%~3%;次火山脉岩较为发育,有石英二长斑岩脉、铁锰质霏细岩脉;区内未发现大的构造断裂,主要发育为一

些北东向、北西向及南北向的节理和裂隙,其构造形迹表现为后期脉岩的充填。

钻孔发现的矿体主要赋存于晶屑岩屑凝灰岩及破碎晶屑岩屑凝灰岩中,方铅矿、闪锌矿多呈星点状、细脉状、浸染状分布,局部见团块状。黄铁矿较发育,晶型多为不规则粒状,呈网脉状、细脉状、团块状分布。局部见少量晶型较好的黄铁矿呈立方体出现。裂隙面黄铁矿主要呈薄膜状。蚀变主要为高岭土化、硅化、局部见萤石化、绿帘石化、钾化等。依据铅锌矿富集形态及矿体蚀变特征分析该矿床成因类型为热液型矿床。

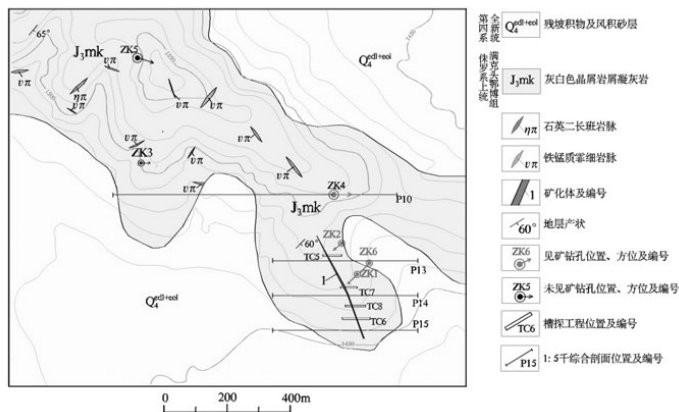


图1 矿区地质简图

2. 物化探特征

为了进一步缩小找矿靶区,详细了解异常区的地球物理、地球化学特征,在1:5万化探异常上布置了1:1万土壤地球化学测量、激电中梯面积测量(线距100m,点距40m)。并利用1:5千地质、土壤、激电综合剖面对异常进行了查证工作(点距20m)。

作者简介:赵彦博,男,汉族,陕西蓝田县人,主要从事地球物理勘查、地球化学勘查、固体矿产勘查及测绘工作。

杨小锋,男,汉族,甘肃宁县人,主要从事地球物理勘查、地球化学勘查、固体矿产勘查、土地规划及测绘工作。

陈碧华,男,汉族,内蒙古凉城县人,主要从事固体矿产勘查工作。

2.1 1:1万地球化学特征

1:1万土壤测量在矿区内圈出主要找矿元素Cu、Pb、Zn、Ag、组成的综合异常多处,其中AP4异常较为典型,异常区出露岩性主要为侏罗系上统满克头鄂博组晶屑岩屑凝灰岩。异常多呈北西向带状展布。并伴有Au、Mo、Sn、Bi、Co、Hg、As元素。各元素异常吻合较好,其中Au、Mo、Sn、Bi、Hg、As多呈单点异常出现。Cu、Pb、Zn、Ag、Co异常面积较大,有多处浓集中心,成矿元素最大值Cu: 230.9×10^{-6} 、Ag: 10.0×10^{-6} 、Zn: 1000.0×10^{-6} 、Pb: 1000.0×10^{-6} 。该异常浓集中心清晰,离差较大,浓度分级Cu、Ag为4级;Pb、Zn为3级,异常特征值见表1,剖析图见图2。

表1 AP4异常特征值一览表

元素	Cu	Ag	Au	Pb	Zn	Mo
面积(km ²)	0.3196	0.2825	0.0706	0.4564	0.3829	0.1508
形状	不规则	不规则	不规则	不规则	不规则	不规则
最高值(μg/g)	230.90	10.000	44.10	1000.00	1000.00	24.38
平均值(μg/g)	26.34	2.129	8.50	462.16	445.57	6.40
标准离差	27.65	2.19	15.02	298.77	239.26	3.68
衬度	1.76	3.04	7.73	3.08	2.23	1.60
规模	0.5613	0.8591	0.5457	1.4062	0.8530	0.2414
浓度分级	4	4	4	3	3	3
异常下限	15.00	0.700	1.10	150.00	200.00	4.00
元素	Sn	Bi	Co	Hg	As	
面积(km ²)	0.0146	0.0424	0.197	0.005	0.0002	
形状	椭圆	椭圆	不规则	圆形	圆形	
最高值(μg/g)	36.02	1.49	16.10	23.60	24.90	
平均值(μg/g)	22.26	0.80	11.71	20.08	21.50	
标准离差	11.95	0.38	1.49	2.46	4.81	
衬度	2.78	1.99	1.17	1.12	1.43	
规模	0.0406	0.0844	0.2307	0.0056	0.0003	
浓度分级	3	2	1	1	1	
异常下限	8.00	0.40	10.00	18.00	15.00	

注: Au、Hg元素含量单位为ng/g,其它元素含量单位为μg/g

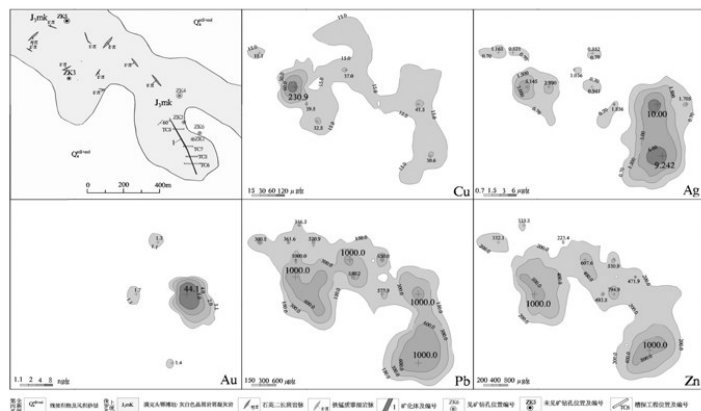


图2 小井铅多金属矿区AP4化探异常剖析图

2.2 1:1万物探特征

2.2.1 物性特征

矿区内岩性种类较单一,主要为侏罗系上统满克头鄂博组晶屑岩屑凝灰岩,岩(矿)石标本测定结果如下表2。

由表2分析可见:(1)晶屑岩屑凝灰岩的电阻率变化范围较大,呈中高阻,铅、锌矿晶屑岩屑凝灰岩和铅锌矿化铁锰质霏细岩脉电阻率变化范围相近,显示中低阻,但均小于晶屑岩屑凝灰岩。(2)铁锰质霏细岩脉极化率强度较大,铅、锌矿晶屑岩屑凝灰岩次之,晶屑岩屑凝灰岩最小。(3)通过岩(矿)石标本测定,反映出矿致异常为中低阻高极化特点。

由此可见,说明该地区使用激发极化法寻找铅锌铜等多金属具有较充分的地球物理条件。

2.2.2 激电中梯面积测量异常特征

矿区内1:1万激电中梯测量,以视极化率(η_s) $\geq 2.50\%$ 圈定异常,共圈出2处激电异常编号DJ1、DJ2。见图3、图4。

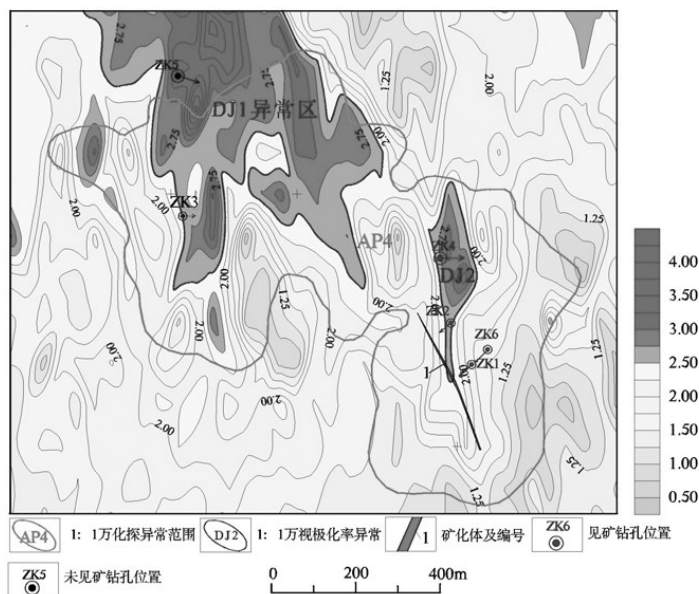


图3 小井铅多金属矿区视极化率等值线平面图

DJ1激电异常位于测区西北部,出岩性为露晶屑岩屑凝灰岩及流纹岩。由5个不同极值的子异常组成,西侧、北侧未封闭。控制长约1300m,宽约600m,呈北西向不规则条带状展布,视极化率极大值为4.36%,对应的视电阻率为 $600\Omega \cdot m \sim 1200\Omega \cdot m$,总体呈中高阻高极化特征。针对视极化率高值区布置了ZK3、ZK5进行验证,钻孔中具有星散状黄铁矿分布,有的裂隙见有铁锰矿化物质,呈斑杂状、不规则状分布,推测该子异常为金属硫化物引起。

DJ2激电异常位于测区中西部,出岩性为露晶屑岩屑凝灰岩,南北长约300m,东西宽约100m,呈不规则条带状,南

表2 多伦县小井铅多金属矿区岩(矿)石电性参数统计表

岩(矿)石名称	块数	电阻率(ρ)($\Omega \cdot m$)			极化率(η)(%)		
		变化范围	算术平均值	几何平均值	变化范围	算术平均值	几何平均值
晶屑岩屑凝灰岩(含铅、锌矿)	15	8.58~1052	434.00	215.6	1.87~9.65	4.34	3.92
晶屑岩屑凝灰岩	46	176.0~9057	1637.90	1081.4	0.73~3.55	1.83	1.63
铁锰质霏细岩脉	30	4.79~1164	215.02	82.65	1.62~36.7	12.75	10.08

北走展布。视极化率极大值为3.38%,对应的视电阻率值为 $500\Omega \cdot m \sim 700\Omega \cdot m$,具中阻中极化特征。该异常与AP4土壤综合异常东半部套合好。

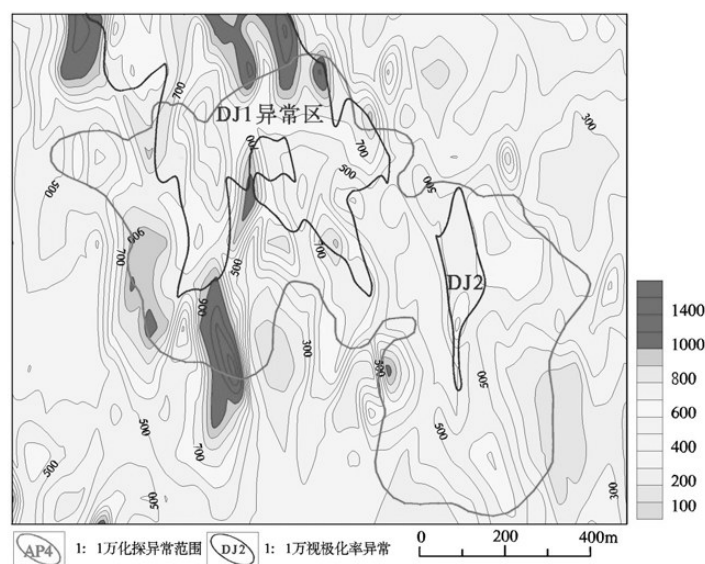


图4 小井铅多金属矿区视电阻率等值线平面图

2.3 1:5千综合剖面特征

为了对AP4异常与DJ2激电异常进行进一步研究,布置了P10、P13、P14、P15四条1:5千综合剖面工作。其中P14、P15剖面具有一定的代表性,介绍如下:P14剖面108点~114点、122点~128点异常好,以Cu、Pb、Zn、Ag为主,伴有Au、W、As、Bi,各元素套合好,主要元素Cu、Pb、Zn、Ag强度变化大,一般 $Cu < 10 \times 10^{-6}$ 、 $Pb > 100 \times 10^{-6}$ 、 $Zn > 100 \times 10^{-6}$ 、 $Ag(0.5 \sim 1) \times 10^{-6}$,最高值Cu: 49.3×10^{-6} 、Pb: 1000×10^{-6} 、Zn: 1000×10^{-6} 、Ag: 4.27×10^{-6} 。激电异常与对应的土壤异常吻合好,视极化率2.0%~3.3%,视电阻率在 $500\Omega \cdot m \sim 700\Omega \cdot m$ 之间,地质剖面与1号矿化体吻合见图5。

P15剖面112点~132点异常好,以Cu、Pb、Zn、Ag为主,伴有Mo、Au、As、Bi,各元素套合好,主要元素个别点强度低一般Pb($800 \sim 1000$) $\times 10^{-6}$ 、Zn($400 \sim 600$) $\times 10^{-6}$ 、Cu($20 \sim 40$) $\times 10^{-6}$ 、Ag($1 \sim 3$) $\times 10^{-6}$,最高值Pb: 1000×10^{-6} 、Zn: 1000×10^{-6} 、Cu: 46.0×10^{-6} 、Ag: 3.93×10^{-6} 。激电异常与对应的土壤异常

吻合好,视极化率2.0%~2.8%,视电阻率在 $500\Omega \cdot m \sim 700\Omega \cdot m$ 之间,地质剖面与1号矿化体吻合,见图5。

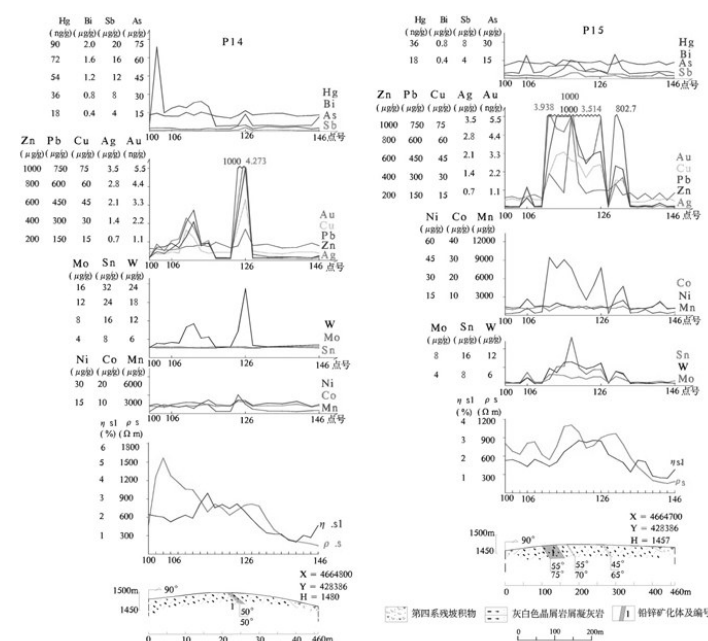


图5 P14、P15综合剖面图

3. 钻探验证

2016年,对物化探综合异常进行了深部钻探验证。ZK4在孔深为28.80m~29.50m,见到了一条铅锌矿化体。ZK1、ZK2、ZK6深部发现了多层矿(化)体。尤其是ZK6中共见矿体7条,其中130.40m~142.90m处见矿,矿体真厚度10.24m,轴夹角45°,赋存于挤压破碎带中,由碎裂晶屑岩屑凝灰岩组成。该矿体Pb、Zn、Ag、Cu均达到工业品位,最高品位Pb:23.36%、Zn:3.71%、Ag:221g/t、Cu:0.68%,平均品位Pb:9.25%;Zn:1.63%;Ag:87.56g/t;Cu:0.28%。矿体中方铅矿、闪锌矿、黄铁矿呈细脉状、浸染状、局部见团块状分布,黄铁矿晶型一般为不规则粒状,少数呈小立方体。蚀变主要为高岭土化。绿泥石化、绿帘石化、钾化,局部见萤石化呈集块状分布。

4. 结论

(1)利用1:5万化探成果圈定成矿靶区;在此基础上开

展1:1万土壤地球化学测量,进一步缩小找矿靶区;根据化探异常特征,结合地质环境以及地球物理异常特征等因素,初步判断成矿主要元素,确定主攻矿种。Cu、Pb、Zn、Ag元素异常的叠加出现是该矿床的一个找矿标志。

(2)本矿区成矿地段视电阻率在 $500\Omega\cdot\text{m}\sim 700\Omega\cdot\text{m}$ 、视极化率在2.5%~3.0%,并非视极化率越大对成矿越有利,通过ZK5、ZK3对视极化率异常的验证结果显示,视极化率大于3.5%时,黄铁矿较发育,是引起激电异常的主要因素。中低阻中极化率是该矿床的找矿标志。

(3)通过对物化探找矿标志的建立,综合分析物化探资料的相互关系,抓住契合点,结合地质蚀变特征,三管齐下,才有可能在找矿上有所突破。

参考文献:

[1] 邵和明,张履桥.内蒙古自治区主要成矿区(带)和成矿系列.2001

- [2] 内蒙古区调一队.内蒙古自治区区域地质志.1991
[3] 内蒙古区调一队,内蒙古区调二队.内蒙古岩石地层.1996
[4] 内蒙古区域地质测量队.1:20万多伦县幅(K-50-XV)区域地质调查报告[R].1974
[5] 内蒙古第二物化探队.内蒙古自治区多伦县黑山咀工区1:5万水系沉积物测量普查报告.1996
[6] 刘波,乔宝成,李海东.综合物化探方法在哈拉河铅锌矿区勘查中的应用[J].物探与化探.2014,38(02):261-267+277
[7] 吴卫国.综合物化探方法在粤北一六多金属矿区中的应用[J].物探与化探.2015,39(06):1097-1103
[8] 沈光银,杜俐,林银山.综合物化探方法在寻找隐伏铀钼矿床中的应用[J].物探与化探.2012,36(05):732-736.
[9] 程培生,汤正江.综合物化探技术在大兴安岭地区区域化探异常查证工作中的应用[J].物探与化探.2009,33(05):497-500+506.
[10] 乔祯,蒋职权,张国瑞,张贤良.综合物化探在找铅锌矿中的应用[J].西部资源.2013(03):96-97+100.

(上接156页)Pb、Zn、Mo异常,其他异常不发育或者集零散分布。Pb、Zn、Mo异常面积约 2km^2 ,异常近北东向。Au、Bi异常以单个异常单体出现。

矿区西南部迳口村区(AP4区):主要呈现Ag、Sb两个元素异常,异常不发育,浓度富集不明显,分带性差。

2.4 异常解释推断及找矿意义

AP1区异常主要位于石磴子组灰岩内,岩洞茶场区内有一断裂通过,异常在断裂的两侧均有展布,且W、Sn、Bi、Mo异常套合比较好。根据其异常形态及强度推断,认为异常可能属断裂引起,可能为北西向线状地质体引起。本区异常规模虽然较小,但套合性比较好,且西部的异常尚未闭合,认为矿潜力较大,可能存在由断裂控制矿化地质体。

AP2区从异常特征及异常所处的地质背景推断,位于茶桠山背斜西翼附近,异常大致呈南北向展布,此处异常可能是由于热液沿层间裂隙充填所致,推断其可能受褶皱影响比较大,可能在线状地质矿化体(如破碎带,层间裂隙等),可能深部存在矽卡岩型铅锌矿床。Au异常在本矿区异常面积最大,异常分带明显、浓度集中,异常中心主要集中在桂头组砂岩与东岗岭组灰岩相接触部位附近,也位于褶皱轴部附近,推测Au异常主要受热液活动、构造断裂等多种地质因素影响。

AP3区异常位于东岗岭组灰岩与天子岭组灰岩交汇部位附近,Pb、Zn异常整体呈北东向分布。从成晕元素强度及异常所处地质位置分析:矿区北部有一东西向的断层通过,

矿区内也未见有岩浆岩出露,区域上述两大岩层近北东走向,且异常呈北东向分布,推测认为不受断裂控制,异常可能由于某一地层所致,深部可能存在隐伏矿床。Mo异常在本区呈现有,可能由于岩体风化残余所致,指示作用不大。Ag、Bi异常多以单体出现,指示意义不大。

AP4区异常套合性差,元素找矿指示意义不大。

参考文献:

- [1] 马宏卫.河南商城汤家坪钼矿地球化学异常特征及找矿标志[J].矿产与地质,2007,21(5):520-526.
[2] 罗先熔.勘查地球化学[M].冶金工业出版社,2007.
[3] 韩吟文,马振东,张宏飞,等.高等教育面向21世纪课程教材,地球化学[M].地质出版社,2003.
[4] 朴寿成,刘树田.吉林小石人金矿地球化学异常特征及成矿预测[J].地质与勘探,2003,39(2):26-29.
[5] 刘英俊.勘查地球化学[M].科学出版社,1987.
[6] 吴烈勤,沈渭洲,黄国龙,等.粤北澜河变质岩的地球化学特征及其地质意义[J].地质论评,2006,52(5):609-617.
[7] 郭玉乾.粤北金嶺浅成低温热液型银多金属矿床地质及元素地球化学特征研究[D].中国地质大学(北京),2009.
[8] 罗卫,唐晓明,孙宁,等.广东省龙川县麻布岗成矿区银铅锌多金属矿远景调查成果报告[R].长沙:有色金属矿产地质调查中心南方地质调查所,2011.
[9] 温开滢,刘伟洪.广东金嶺银多金属矿围岩特征及矿床成因意义[J].大众科技,2007(4):101-102.
[10] 地质部广东省地质局.1:200000地质图说明书阳山县幅[R].1964.